

⑤1

Int. Cl.:

G 01 r, 15/02

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT

⑤2

Deutsche Kl.: 21 e, 15/02

⑩

Offenlegungsschrift 2131 224

⑪

Aktenzeichen: P 21 31 224.3

⑫

Anmeldetag: 18. Juni 1971

⑬

Offenlegungstag: 21. Dezember 1972

Ausstellungsriorität: —

⑩

Unionspriorität

⑪

Datum: —

⑫

Land: —

⑬

Aktenzeichen: —

⑭

Bezeichnung:

Einrichtung zur Messung von Spannungen an Hochspannungsleitern

⑮

Zusatz zu: —

⑯

Ausscheidung aus: —

⑰

Anmelder:

Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München

Vertreter gem. § 16 PatG —

⑲

Als Erfinder benannt:

Hermstein, Wolfgang, Dr.-Ing.; Rosenberger, Gerhard, Dipl.-Ing.;
1000 Berlin

DT 2131 224

This Page Blank (uspto)

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

P 21 31 224.3
VPA 71/3752
Kr

Diese Seite eingegangen am 14.4.72

Einrichtung zur Messung von Spannungen an Hochspannungsleitern

Zusatz zum Patent (Patentanm. P 21 30 046.9-35)

Das Hauptpatent (Patentanm. P 21 30 046.9-35) betrifft eine Einrichtung zur Messung von Spannungen an Hochspannungsleitern, bei der in einem von der zu messenden Spannung hervorgerufenen elektrischen Feld ein Meßfühler aus einem Lichtwellenleiter angeordnet ist, der von polarisiertem Licht durchsetzt ist, so daß das Licht eine von der Höhe der zu messenden Spannung abhängige Drehung seiner Polarisationsebene erfährt; auf Niederspannungspotential ist eine Auswerteeinrichtung angeordnet, in der das polarisierte Licht in eine der zu messenden Spannung proportionale elektrische Meßgröße umgesetzt wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabenstellung zugrunde, Einrichtungen der obenbezeichneten Art vorzuschlagen, mittels derer Spannungsmessungen in Freiluftanlagen möglich sind, also Vorschläge für Spannungswandler insbesondere für Freiluftanlagen zu machen, mit denen eine Messung der Spannung unter Benutzung von Lichtwellenleitern erfolgt.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß der Lichtwellenleiter des Meßfühlers in einem Hochspannungsisolator der Einrichtung nach dem Hauptpatent untergebracht.

Unter Hochspannungsisolatoren sind dabei sowohl stützartige als auch durchführungsartige Isolieranordnungen zu verstehen, z.B. auch die Durchführung eines Leistungstransformators oder der Stützerteil eines Leistungs- oder Trennschalters.

Mit Lichtwellenleitern sind dabei insbesondere Index-Gradient-Leiter, Gradientenfasern und unter der Handelsbezeichnung "SEFOC-GUIDE"-bekannte Lichtleiter gemeint. Lichtwellenleiter können linear polarisierte Lichtstrahlen führen, ohne daß die Polarisation des Lichtes zerstört wird. Werden diese Lichtwellenleiter von einer elektrischen Feldstärke in transversaler Richtung beaufschlagt, dann tritt - wenn dem Lichtwellenleiter linear polarisiertes Licht zugeführt wird - eine Drehung der Polarisationsebene in Abhängigkeit von der jeweiligen elektrischen Feldstärke ein. Da die elektrische Feldstärke der elektrischen Spannung proportional ist, läßt sich aus der Drehung der Polarisationsebene in einem elektrischen Feld auf die Spannung schließen. Wird das elektrische Feld von der zu messenden Spannung erzeugt, dann ist die Drehung der Polarisationsebene des linear polarisierten Lichtes ein Maß für den Augenblickswert der jeweils zu messenden Spannung.

Bei der erfindungsgemäßen Einrichtung kann der Lichtwellenleiter des Meßföhlers in unterschiedlicher Weise im Hochspannungsisolator angeordnet sein. Beispielsweise kann es vorteilhaft sein, den Lichtwellenleiter zwischen spannungssteuernden Elementen des Hochspannungsisolators anzuordnen, da sich in diesem Falle der Lichtwellenleiter in einem definierten elektrischen Feld befindet.

Vorteilhaft erscheint es auch, wenn der Lichtwellenleiter des Meßföhlers eine Spule bildet, weil dann der Lichtwel-

lenleiter über eine größere Länge einem elektrischen Feld ausgesetzt ist und damit auch bei verhältnismäßig kleinen elektrischen Feldstärken noch eine meßbare Drehung der Polarisationsebene eintritt.

Die Spule aus dem Lichtwellenleiter ist in einem ungesteuerten Hochspannungsisolator vorzugsweise derart untergebracht, daß ihre Längsachse in Achsrichtung des Hochspannungsisolators verläuft. Es werden dann zur Drehung der Polarisationsebene des Lichtes die elektrischen Feldlinien ausgenutzt, die zwischen der an Hochspannung liegenden Elektrode und Erdpotential verlaufen. Dies setzt aber voraus, daß die jeweilige Spule aus dem Lichtwellenleiter keinen Fremdfeldeinflüssen ausgesetzt ist. Diese Voraussetzung wird in Höchstspannungsanlagen im allgemeinen erfüllt sein, da dort die Phasenabstände verhältnismäßig groß sind.

In vielen Fällen wird man einer Ausbildung der erfindungsgemäßen Einrichtung den Vorzug geben, bei der die Spule aus dem Lichtwellenleiter in einem Hochspannungsisolator mit eingebetteten Steuerelektroden untergebracht ist; in einem solchen Isolator ist die Spule vorteilhafterweise zwischen benachbarten Steuerelektroden angeordnet. Um bei einer derartigen Ausführung den Hochspannungsisolator in der üblichen Weise bemessen zu können, erscheint es vorteilhaft, die Lagen der Spule aus dem Lichtwellenleiter zwischen den einzelnen Steuerelektroden unterzubringen, also die Spule in einzelne Lagen aufzuteilen, die dann entsprechend der Anordnung der Steuerelektroden gegeneinander versetzt im Isolator liegen. Die einzelnen Lagen sind untereinander durch einen Lichtwellenleiter verbunden, zweckmäßigerweise aus einem durchgehenden Lichtwellenleiter gewickelt. Bei einer derartigen Ausführung der erfindungsgemäßen Einrichtung liegen die einzelnen Lagen der Spulen aus dem Lichtwellenleiter also in der Regel

konzentrisch um die Achse des Hochspannungsisolators.

In Abweichung von der eben behandelten Einrichtung ist gemäß der Erfindung auch eine Ausbildung möglich und auch vorteilhaft, bei der der Lichtwellenleiter des Meßfühlers in einem Hochspannungsisolator mit eingebetteten Steuerelektroden an den Steuerelektroden entlang und zwischen jeweils benachbarten Steuerelektroden hindurchgeführt ist. Bei einer derartigen Führung des Lichtwellenleiters enthält dieser also Teile, die sich parallel zur Längsachse des Hochspannungsisolators erstrecken und so angeordnet sind, daß der Lichtwellenleiter von elektrischen Feldlinien transversal durchsetzt ist. Es ergibt sich in diesem Falle eine mäanderähnliche Führung des Lichtwellenleiters im Hochspannungsisolator.

Bei einem Material des Lichtwellenleiters, das eine nur geringe Drehung der Polarisationsebene in Abhängigkeit von der zu messenden Spannung ergibt, erscheint es vorteilhaft, den Lichtwellenleiter des Meßfühlers unter Bildung mehrerer zusammenhängender Toroidspulen um die einzelnen Steuerelektroden zu wickeln. Es ist dann eine erheblich größere Länge des Lichtwellenleiters dem elektrischen Feld ausgesetzt, und es wird eine größere Drehung der Polarisationsebene erreicht, was zur Erzielung einer höheren Meßgenauigkeit vorteilhaft ist.

Die obigen Ausführungen lassen schon erkennen, daß die Erfindung bei vielen Ausführungsformen von Hochspannungsisolatoren anwendbar ist. Dies gilt auch für einen Hochspannungsisolator mit gewickelten Kondensatoren als spannungssteuernde Elemente; bei einem derartigen Isolator werden die Lichtwellenleiter des Meßfühlers vorzugsweise in die Kondensatoren miteingewickelt. Bei einem Hochspannungsisolator mit Platten- oder Tellerkondensatoren ist der Lichtwellenleiter zwischen den Elektroden der Kondensatoren angeordnet.

Bei der erfindungsgemäßen Einrichtung kann der Hochspannungsisolator selbst in unterschiedlicher Weise ausgeführt sein. Vorteilhaft erscheint es, wenn der Isolator einen aus Faserstoffen bestehenden Strunk mit dem Lichtwellenleiter des Meßfühlers enthält und eine den Strunk umgebende Kunststoffumhüllung mit Schirmen aufweist. Ein derartiger Isolator bietet nämlich den Vorteil, daß es in verhältnismäßig großen Längen relativ preiswert hergestellt werden kann, was von Hochspannungsisolatoren mit biegesteifen Isolatoren nicht gesagt werden kann. Porzellan-Isolatoren beispielsweise sind verhältnismäßig teuer, was dazu führt, daß bei einer erfindungsgemäßen Einrichtung für Höchstspannungsanlagen bis beispielsweise 1500 kV die Kosten für den Isolator aufgrund seiner großen Bauhöhe relativ groß wären.

Diese eben geschilderten Nachteile der Verwendung eines Porzellan-Isolators gelten jedoch nicht grundlegend, weil im Falle von bisher üblichen Hochspannungen gegebenenfalls auf bereits vorhandene Porzellan-Isolatoren, von z.B. Leistungstransformatoren, Schaltern, Stützern und Hängeisolatoren, zurückgegriffen werden kann. Diese Porzellan-Isolatoren sind dann vorzugsweise mit aufgeschäumtem Silikongummi ausgegossen.

Darüber hinaus ist es auch möglich, den Hochspannungsisolator in Gießharz-Vollverguß auszuführen.

Zur Erläuterung der Erfindung sind in den Figuren 1 und 2 zwei Ausführungsbeispiele dargestellt.

Die in der Figur 1 dargestellte Einrichtung weist einen Isolator 1 auf, der an seinem oberen Ende mit einem flachen Deckel 2 abgeschlossen ist. Dieser Deckel 2 trägt eine Anschlußklemme 3 für die Verbindung mit einem nicht

dargestellten Hochspannungsleiter, dessen Spannung gemessen werden soll. Der Isolator 1 steht auf einem Sockel 4, der einen Klemmenkasten 5 trägt; in dem Klemmenkasten kann eine nicht dargestellte Auswerteeinrichtung untergebracht sein. In dem Klemmenkasten 4 befinden sich auch die Sekundäranschlüsse der Einrichtung.

Innerhalb des Isolators 1 ist bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel eine Spannungssteuerung 6 untergebracht, in die Steuerelektroden 7, 8 und 9 in Form von metallischen Zylindern eingebettet sind. Zwischen jeweils den Steuerelektroden 7 und 8 sowie 8 und 9 ist eine Lage 10 sowie 11 aus einem Lichtwellenleiter angeordnet. Die Lagen 10 und 11, von denen gegebenenfalls noch weitere vorhanden sein können, wenn entsprechend mehrere Steuerelektroden vorgesehen sind, sind vorteilhafterweise aus einem durchgehenden Lichtwellenleiter gewickelt, der außerdem noch die Lichtführungsleitung 12 von einer in der Figur 1 nicht dargestellten Lichtquelle zu den Lagen 10 und 11 sowie die Zuleitung 13 für das Licht von den Lagen 10 und 11 zu der Auswerteeinrichtung bildet.

Wie die Figur 1 erkennen läßt, sind die einzelnen Windungen der Lagen 10 und 11 aus dem Lichtwellenleiter so angeordnet, daß die elektrischen Feldlinien zwischen jeweils benachbarten Steuerelektroden 7, 8 und 9 senkrecht zu dem Lichtwellenleiter verlaufen. Linear polarisiertes Licht, das den Lichtwellenleiter durchläuft, wird daher in seiner Polarisationsebene in Abhängigkeit von der elektrischen Feldstärke gedreht. Da diese elektrische Feldstärke der zu messenden Spannung proportional ist, ist die Drehung der Polarisationsebene der zu messenden Spannung selbst proportional. Daraus läßt sich mittels einer Auswerteeinrichtung, wie sie in dem Hauptpatent näher beschrieben ist, eine elektrische Größe gewinnen, die der zu messenden Spannung proportional ist.

Bei dem in der Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäß ausgeführten Einrichtung ist wiederum ein Isolator 14 vorgesehen, der oben mit einem flachen Deckel 15 abgeschlossen ist. Der Deckel 15 weist einen Anschluß 16 für die zu messende Spannung auf. Der Isolator 14 ruht auf einem Sockel 17, der einen Klemmenkasten 18 aufweist. In diesem Klemmenkasten 18 ist beispielsweise die Auswerteeinrichtung untergebracht, und es befinden sich dort auch die Sekundäranschlußklemmen, wie sie von klassischen Spannungswandlern her bekannt sind.

Innerhalb des Isolators 14 ist ebenso wie bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 1 eine Spannungssteuerung 19 untergebracht, die in dem dargestellten Ausführungsbeispiel drei Steuerelektroden 20, 21 und 22 enthält. Die Steuerelektroden 20 bis 22 sind metallische Zylinder.

Wie die Figur 2 erkennen läßt, ist ein Lichtwellenleiter 23 von Niederspannungspotential herkommend zunächst in Achsrichtung der Spannungssteuerung 19 an der Innenseite der Steuerelektrode 22 vorbeigeführt, wobei er von elektrischen Feldlinien transversal durchsetzt ist. Um das obere Ende 24 der Steuerelektrode 22 ist der Lichtwellenleiter 23 herumgeführt und in entgegengesetzter Richtung zwischen den Steuerelektroden 21 und 22 hindurchgeführt, und zwar bis zum unteren Ende der Steuerelektrode 21. Von dort ist der Lichtwellenleiter 23 wiederum in entgegengesetzter Richtung geführt, so daß er nunmehr zunächst außen an der Steuerelektrode 21 entlang und danach zwischen dieser Steuerelektrode und der Steuerelektrode 20 verläuft.

Um den Lichtwellenleiter 23 wieder herunterzuführen, ist er in der anderen Hälfte des Durchführungsteils 19 in spiegelbildlich gleicher Weise zwischen den Steuerelektroden 20 bis 22 angeordnet, so daß linear polarisiertes Licht infolge der auf den Lichtwellenleiter 23 einwirkenden elektrischen

Feldstärke in Abhängigkeit von der zu messenden Spannung in seiner Polarisationsebene gedreht wird.

In einer nicht dargestellten Auswerteeinrichtung, die beispielsweise auch so ausgeführt sein kann, wie es aus dem Hauptpatent hervorgeht, kann dann eine elektrische Meßgröße gewonnen werden, die von der Drehung der Polarisationsebene des Lichtes abhängig ist. Diese elektrische Meßgröße ist mit der Sekundärgröße klassischer Spannungswandler vergleichbar.

Mit der Erfindung wird eine Einrichtung zur Messung von Spannungen an Hochspannungsleitern vorgeschlagen, mit der Spannungsmessungen in Freiluftanlagen auch dann mit relativ geringem Aufwand ausgeführt werden können, wenn sehr hohe Spannungen gemessen werden sollen.

13 Patentansprüche

2 Figuren

Seite 9 eingegangen am 14.4.72

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Messung von Spannungen an Hochspannungsleitern, bei der in einem von der zu messenden Spannung hervorgerufenen elektrischen Feld ein Meßfühler aus einem Lichtwellenleiter angeordnet ist, der von polarisiertem Licht durchsetzt ist, so daß das Licht eine von der Höhe der zu messenden Spannung abhängige Drehung seiner Polarisationsebene erfährt, und bei der auf Niederspannungspotential eine Auswerteeinrichtung angeordnet ist, in der das polarisierte Licht in eine der zu messenden Spannung proportionale elektrische Meßgröße umgesetzt wird, nach Patent (Aktz. P 21 30 046.9-35), dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter des Meßfühlers in einem Hochspannungsisolator der Einrichtung untergebracht ist.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter des Meßfühlers zwischen spannungssteuernden Elementen des Hochspannungsisolators angeordnet ist.
3. Einrichtung nach Anspruch 1, oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter des Meßfühlers eine Spule bildet.
4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule aus dem Lichtwellenleiter in einem ungesteuerten Hochspannungsisolator derart untergebracht ist, daß ihre Längsachse in Achsrichtung des Hochspannungsisolators verläuft.
5. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule aus dem Lichtwellenleiter in einem Hochspannungsisolator mit eingebetteten Steuerelektroden zwischen benachbarten Steuerelektroden angeordnet ist.

6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagen der Spule aus dem Lichtwellenleiter zwischen den einzelnen Steuerelektroden untergebracht sind.
7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter des Meßfühlers in einem Hochspannungsisolator mit eingebetteten Steuerelektroden an den Steuerelektroden entlang und zwischen jeweils benachbarten Steuerelektroden hindurchgeführt ist.
8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter des Meßfühlers unter Bildung mehrerer zusammenhängender Toroidspulen um die einzelnen Steuerelektroden gewickelt ist.
9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter des Meßfühlers bei einem Hochspannungsisolator mit gewickelten Kondensatoren als spannungssteuernde Elemente in die Kondensatoren miteingewickelt ist.
10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter des Meßfühlers zwischen den Elektroden von Platten- oder Tellerkondensatoren des Hochspannungsisolators angeordnet ist.
11. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Hochspannungsisolator einen aus Faserstoffen bestehenden Strunk mit dem Lichtwellenleiter des Meßfühlers enthält und eine den Strunk umgebende Kunststoffumhüllung mit Schirmen aufweist.

2131224

-11-

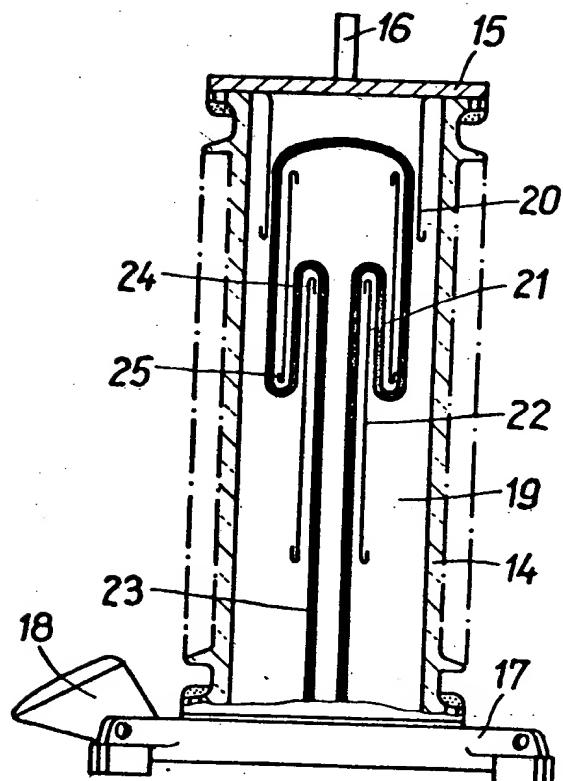
VPA 71/3752

12. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Hochspannungsisolator einen Porzellan-Isolator aufweist, der mit vorzugsweise aufgeschäumtem Silikongummi ausgegossen ist.

13. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Hochspannungsisolator als Gießharz-Vollverguß ausgeführt ist.

209852/0498

Fig. 2



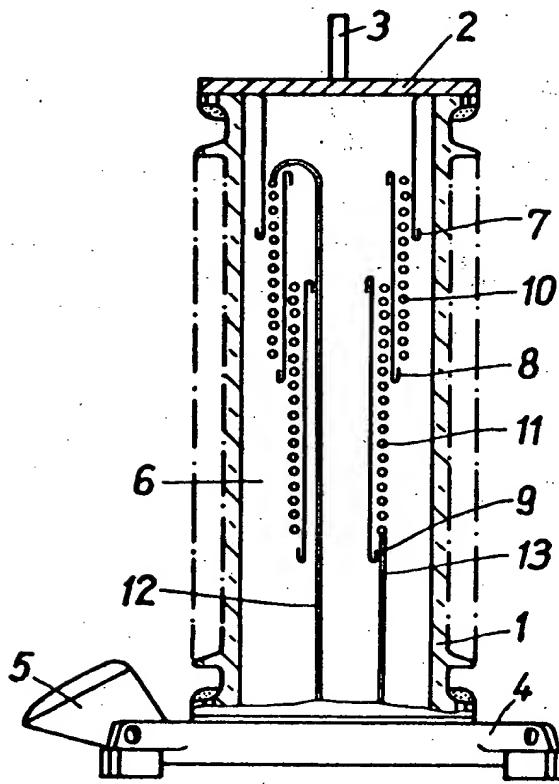
209852/0498

2131224

21 e 15-02 AT: 18.06.1971 OT: 21.12.1972

13

Fig. 1



209852/0498

This Page Blank (use page 4)